Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 3, Fall 2022, p. 709-719

Comparison of some Physicochemical Characteristics and Polyphenolic Content in Six Pomegranate (*Punica granatum*) Cultivars

A.R. Bonyanpour[1]*, B. Jamali[2]

Received: 21-12-2021
Revised: 09-01-2022
Accepted: 11-04-2022
Available Online: 21-11-2022

How to cite this article:
Bonyanpour, A.R., & Jamali, B. (2022). Comparison of some Physicochemical Characteristics and Polyphenolic Content in Six Pomegranate (*Punica granatum*) Cultivars. *Journal of Horticultural Science 36*(3): 709-719. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/jhs.2022.74271.1116

Introduction

Pomegranate *(Punica granatum* L.) is a nutrient dense fruit with a high health value and one of the most important Iranian fruit crop. Historical evidence reveals that the primary origin of pomegranate is Iran and that it has been spread from this region to other areas. A vast range of pomegranate varieties can be found in Iran; 760 original, decorative and wild ones. Pomegranate juice contains a high amount of total soluble solid (TSS), anthocyanins, polyphenolic compounds, vitamin C, sugars and proteins.Pomegranate is considered as one of the most tolerant fruit crops capable of growing under arid and semi-arid climatic conditions. Cultivar and growing region climate are the main factors determining chemical composition of pomegranate fruits; Significant differences in various fruit quality parameters such as organic acids, phenolic compounds, sugars and water-soluble vitamins have been reported in previous studies. The aim of present study was to compare and evaluate physical and biochemical characteristics of fruits and different polyphenolic compounds in juice of six commercial Iranian pomegranate cultivars.

Materials and Methods

This research was conducted in 2017 and 2018 years in a commercial orchard in Arsanjan region of Fras province. Six Iranian pomegranate cultivars included 'Malas Yusef Khani' (MYK), 'Bajestani (BK), 'Khazr Bardskan' (KHZ), 'Malas Dane Syah' (MDS), 'Rabbab' (RB) and 'Zard Anar Arsenjan' (ZA) were studied. The trees were planted in randomized block design and spaced 5 and 3 m between and along the rows, respectively. The trees were grown under drip irrigation with routine cultural practices suitable for commercial fruit production. Orchard management was conducted uniformly according to optimized available recommendations (based on soil and water samples analysis) for the orchard site. Fruits were harvested randomly from orchard and some physicochemical characteristic of fruits were measured. Fruit length and fruit diameter measured by manual caliper, fruit and above ground weight was determined by digital scale. The fruit juice percentage was calculated by calculating the percentage of aril juice. TSS (Total soluble solids) expressed in Brix◦ was measured using a refractometer. The titrable acidity (TA) was determined by titration to pH 8.1 with 0.1M NaOH solution and expressed as percentage.Total anthocyanins, total polyphenols, vitamin C and anthyoxidant activity were measured spectrophotometrically. Polyphenolic compositions of juices (Gallic acid, Catechin, Caffeic acid, Chloregenic acid, p-Coumaric acid Vanilin, Trans-ferulic acid, Hesperedin and Ellagic acid) were also measured using HPLC analysis. The chromatographic analysis was carried out on Agilent Technologies 1200 series HPLC system. Chromatograms were recorded at 280 and 320 nm. Each compound was quantified by comparing its peak. Data was analyzed by SPSS software and means were compared using Duncan's multiple range tests at 5% probability level.

1- Assistant Professor of Crop and Horticultural Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: ar.bonyanpour@areeo.ac.ir)
2- Assistant Professor of College of Agriculture, Minab Higher Education Center, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

Results and Discussion

Significant differences were found among studied pomegranate cultivars for various physical fruit characteristics, quality parameters and polyphenolic composition of fruit. 'Malas Daneh Syah Yazd 'was the best in comparison to other cultivars. 'Malas Daneh Syah Yazd' had the highest fruit weight (332 g), fruit length (8 cm), fruit diameter (8 cm), TSS(15.77 Brix◦), anthocyanin content (26.98 mg 100 ml^{-1}), polyphenol content (514.37 mg 100 ml^{-1}) , ascorbic acid content (9.23 mg 100 ml^{-1}) and antioxidant activity (52.2%). Also, the amount of polyphenols in this cultivar was relatively high. This cultivar had high amount of some polyphenol content such as cathechin (223.5 mg L^{-1}), Hesperidin (30.55 mg L^{-1}) and Ellagic acid (43.02 mg L^{-1}) with no significant differences with highest amount. 'Rabbab' had the highest aril weight (340 mg) and moderate levels of other fruit characterestics, this cultivar had the maximum polyphenols such as gallic acid (163.1 mgL^{-1}), catechin (264.2 mgL^{-1}), caffeic acid (265.1 mgL^{-1}), p-Coumaric (74.41 mgL^{-1}) acid, vanillin (18.21 mgL^{-1}) and ellagic acid (43.5 mgL^{-1}). Zard anar' pomegranate cultivar which was native to this region in terms of most biochemical properties had a low a'mount .Therefor, among the studied pomegranate cultivars' Malas Dane syah' and was the best. This cultivar had the highest fruit characteristics and polyphenol content such as ellagic acid.

Conclusion

The results of this study showed significant differences among studied pomegranate cultivars. 'Dane syah Yazd' had the highest physical and chemical characterestics of fruits. Previous studies showed that theses cultivars had good growth characteristics and high yield in comparison to other cultivars. Therefore, among the studied cultivars, 'Dane syah Yazd' is introduced as a suitable cultivar for this region. Also, 'Rabbab' Neyriz cultivar can be considered as a cultivar with high antioxidant properties of fruit juice due to having the highest amount of measured polyphenolic compounds, especially alginic acid.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidant, Polyphenolic compounds, Vitamin C

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص. ۷۱۹-۷۰۹

مقایسه برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میزان پلی فنول‌ها در میوه شش رقم انار

علیرضا بنیان پور[1]*- بابک جمالی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی میوه انار در شرایط آب و هوایی استان فارس روی درختان شش ساله شش رقم انار شامل ارقام ’ملس یوسفخانی‘، ’بجستانی‘، ’خزر بردسکن‘، ’ملس دانه سیاه‘، ’رباب نی‌ریز‘ و ’زرد انار ارسنجان‘ انجام گردید. درختان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت شدند و میوه‌های این ارقام در طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ برداشت شدند و هر سال بطور جداگانه ویژگی‌های کمی، کیفی و بیوشیمیایی آن‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. ویژگی‌های مورد بررسی شامل خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی آب میوه و همچنین ترکیب پلی فنولیک آب میوه‌ها بود که با استفاده از آنالیز HPLC مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و میزان ترکیبات پلی‌فنولیک آب میوه، اختلاف معنی‌داری در ارقام انار مورد مطالعه وجود دارد. رقم ’ملس دانه‌سیاه‘ دارای بیشترین وزن (۳۳۲ گرم) و قطر میوه (۸ سانتی‌متر) بود. این رقم از لحاظ ویژگی‌های بیوشمیایی میوه مانند میزان TSS (۱۵/۷ درجه بریکس)، مقدار آنتوسیانین (۲۸/۹۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، مقدار فنول کل (۵۱۴/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، میزان ویتامین ث (۹/۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و فعالیت آنتی اکسیدانی (۵۲/۲ درصد) نیز از سایر ارقام بهتر بود. رقم ’رباب‘ نیز از لحاظ دارا بودن میزان پلی فنول‌ها مانند اسید گالیک (۱۶۳/۱ میلی‌گرم در لیتر)، کاتچین (۲۶۴/۲ میلی‌گرم در لیتر)، اسید کافئیک (۲۶۵/۱ میلی‌گرم در لیتر)، اسید کلروژنیک (۷۴/۴۰ میلی‌گرم در لیتر)، وانیلین (۱۸/۲۱ میلی‌گرم در لیتر)، اسید ترانس فرولیک (۱۸/۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید الاژیک (۴۳/۰۵ میلی‌گرم در لیتر) نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه برتر بود. با توجه به موارد فوق از بین ارقام مورد مطالعه رقم ’ملس دانه سیاه‘ با توجه به خصوصیات مناسب کمی و کیفی میوه به عنوان یک رقم مناسب جهت این منطقه معرفی می گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، ترکیبات پلی فنولیک، ویتامین ث

مقدمه

انار با نام علمی .*Punica granatum* L درختچه‌ای نیمه گرمسیری است که بومی ایران و کشورهای مجاور آن می‌باشد. انواع گوناگونی از ارقام و ژنوتیپ‌های انار درمناطق مختلف ایران یافت می شود. بطوری‌که تاکنون بیش از ۷۶۰ ژنوتیپ انار در ایران شناسایی و جمع‌آوری گردیده است (Brand-Williams *et al.*, 1995). این درخت تحمل زیادی به شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک دارد (Akhavan *et al.*, 2015; Cui *et al.*, 2015; Ozgen *et al.*, 2008) بطوری‌که در اکثر مناطق نیمه‌گرمسیر ایران انار به عنوان یک محصول مهم در حال کشت می‌باشد. میوه انار یک میوه کاذب است که از رشد نهنج و تخمدان حاصل می‌شود و اریل‌ها یا دانه‌های انار در واقع میوه حقیقی انار می‌باشند که هسته انار را در بر می‌گیرند و قسمت خوراکی انار را تشکیل می‌دهند (Watson and Dallwitz, 2008). اریل‌ها از تعداد زیادی سلول‌های اپیدرمی تشکیل شده‌اند که رنگ آن‌ها از قرمز تیره تا حالت بی‌رنگ متغیر است. تعداد آریل‌ها در هر میوه گاهی به ۱۳۰۰ عدد می‌رسد (Mertens-Talcott *et al.*, 2006). زمان رسیدن میوه انار حدود ۶ تا ۷ ماه بعد از گلدهی است و زمان برداشت میوه‌ها می‌تواند بر اساس میزان مواد جامد محلول و یا

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شیراز ، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ar.bonyanpour@areeo.ac.ir
۲- استادیار دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان
DOI: 10.22067/jhs.2022.74271.1116

بر اساس اسیدیته میوه تعیین نمود (Kader, 2006; Stover and Mercure, 2007). میوه انار به علت دارا بودن آنتی‌اکسیدان بالا می‌تواند تأثیر مفید و عمیقی بر سلامتی انسان داشته باشد (Tezcan *et al*., 2009). آب انار حاوی مقدار زیادی آنتوسیانین، ترکیبات پلی فنولیک، ویتامین ث و قند است (Fadavi *et al*., 2005; Palvina, and Constantinus, 2005; Passaeium *et al*., 2019; Zoubida *et al*., 2015). رقم، منطقه آب و هوایی و مرحله بلوغ میوه از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده ترکیب شیمیایی میوه‌های انار هستند (Kulkarni, and Aradhya, 2004; Halvorsen *et al*., 2002; Melgarejo and Artes, 2000; Patras *et al*., 2008;) بطوری‌که تفاوت‌های قابل توجهی در پارامترهای مختلف کیفی میوه انار مانند اسیدهای آلی، ترکیبات فنولی، قندها و ویتامین‌های محلول در آب در مناطق مختلف دیده می‌شود (Rena, *et al*.,2009 ; Stover and Mercure, 2007). طیف وسیعی از ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی در تمام قسمت‌های مختلف درخت انار مانند پوست، برگ، دانه‌ها و میوه‌ها گزارش شده است (Orak *et al*., 2012 ; Rena *et al*., 2009) انواع مختلفی از پلی فنول ها شامل گالیک اسید، الاجیک اسید، پونیکالاجین و پونیکالین در میوه و پوست ارقام انار شناسایی شده است (Li *et al*.,2016). این در حالی است که ترکیبات میوه انار از لحاظ مقدار آنتوسیانین (در دامنه ۴۲ تا ۷۲/۵ میلی‌مولار در ۱۰۰ گرم آب میوه)، ترکیبات پلی فنولیک (در دامنه ۲۲/۵ تا ۶۹/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب میوه)، ویتامین ث (در دامنه ۵ /۹ تا ۱۰/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آب میوه) و قند (در دامنه ۱۱/۳ تا ۱۶/۶درجه بریکس) نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Fadavi *et al*., 2005 ; Orak *et al*., 2012 ; Palvina and Constantinus, 2005 ; Tezcan *et al*., 2009). میوه انار با دارا بودن این مواد در میوه و پوست خود دارای ارزش غذایی بالایی بوده که این امر می‌-تواند در رابطه با حفظ سلامت و تامین برخی مواد ضروری بدن موثر باشد. ویژگی‌های آب و هوایی یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر کمیت و کیفیت میوه تولیدی درخت انار می‌باشد. بطوری‌که یک رقم در مناطق مختلف تفاوت‌های زیادی از لحاظ عملکرد و رنگ و طعم میوه از خود نشان می‌دهد. در این پژوهش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه چند رقم تجاری انار که در سال‌های اخیر در منطقه ارسنجان در استان فارس کشت شده‌اند بررسی شد تا بتوان به این وسیله به اطلاعات لازم در رابطه با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه این ارقام دست یافت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی درختان شش ساله چند رقم انار در طی سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در یک باغ تجاری در شهرستان ارسنجان واقع در شمال شرقی استان فارس انجام شد. این باغ تجاری در شش کیلومتری شرق شهرستان ارسنجان (موقعیت جغرافیایی باغ طول ۵۳°۳۷ و عرض جغرافیایی ۲۹°۸۸ قرار داشت. این منطقه دارای آب و هوای معتدل با حداکثر و حداقل دمای ۴۲ و ۵- درجه سانتی گراد، متوسط میزان بارندگی سالیانه ۱۷۰ میلی‌متر و رطوبت نسبی در فصل رشد ۳۰ درصد بود. ارقام مورد بررسی شامل 'ملس یوسف خانی' (MYS)، 'بجستانی' (BK)، 'ملس دانه سیاه' (MDS)، 'رباب نیریز' (RB)، 'خزر بردسکن' (KHZ) و 'زرد انار ارسنجان' (ZA) بودند (شکل ۱).

درختان به فواصل ۵ در ۳ متر کشت شده بودند و بوسیله سیستم آبیاری قطره‌ای با دور آبیاری چهار روز و به مدت چهار ساعت آبیاری می‌شدند. برنامه‌های مدیریت باغ (استفاده از کودها، آفات، بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز) با توجه به توصیه‌های موجود و براساس تجزیه و تحلیل نمونه‌های خاک و آب انجام شد (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه پارامترهای کیفیت آب مورد استفاده در آبیاری باغ

Table 1- ANOVA results for the quality parameters of orchard irrigation water

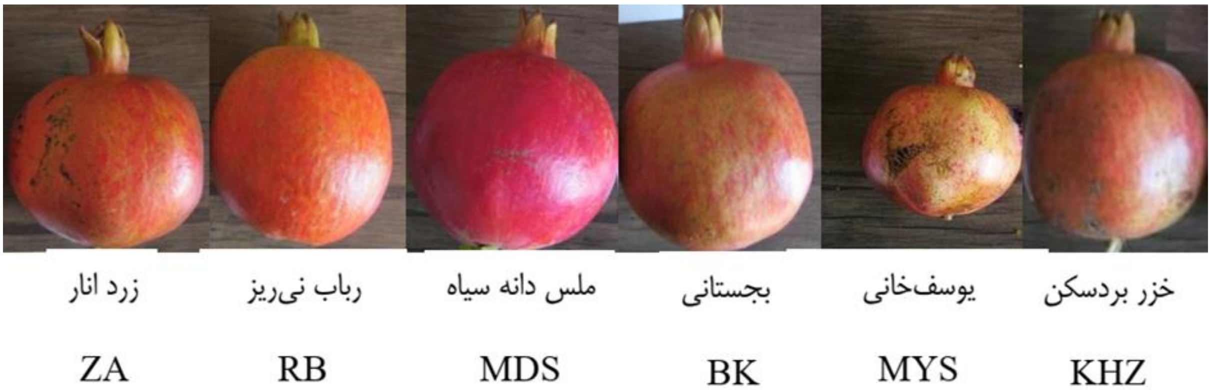
TDS (mg.l^{-1}) سختی کل آب	SAR نسبت جذب سدیم	Cl (mg.l^{-1})	Na (%)	EC هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})
590	3.5	45.71	34.74	1.5

جدول ۲- نتایج تجزیه نمونه خاک منطقه آزمایش

Table 2- Results of the soil sample analysis from the experimental region

بافت خاک Soil texture	میزان عناصر خاک Soil mineral content (mg.kg^{-1})							pH	EC هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})	کربن آلی Organic carbon (%)
	N	Ca	Mg	K	Fe	Zn	Mn			
رسی لومی Loamy Clay	32	1200	150	150	8.4	1	8.7	7.6	0.91	0.75

میوه‌های ارقام فوق با توجه به زمان برداشت مرسوم انار در این منطقه و بر اساس ویژگی‌های ظاهری مانند رنگ میوه، رنگ دانه و طعم میوه در ۱۵ آبان ماه برداشت شدند. برداشت میوه‌ها به طور تصادفی از چهار سمت درخت و از درختان یکنواخت انجام شد و ویژگی‌های کمی و کیفی آن‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱- تصویر میوه ارقام انار مورد مطالعه

Figure 1- Fruit image of the studied pomegranate cultivars

ویژگی‌های فیزیکی میوه

وزن میوه‌ها بر حسب گرم و طول و قطر میوه با کولیس اندازه گیری و بر حسب سانتی‌متر گزارش شد. اندازه‌گیری طول میوه در محور قطبی، یعنی بین راس و انتهای میوه انجام شد و عرض میوه در جهت عمود بر محور قطبی اندازه‌گیری شد. آریل‌ها بر اساس متوسط وزن ۱۰ دانه آریل و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند و وزن متوسط یک دانه به صورت میلی‌گرم بیان شد. همچنین نسبت وزن آب میوه به کل میوه نیز محاسبه و به عنوان درصد آب میوه گزارش شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های بیوشیمیایی

میزان مواد جامد محلول (TSS) به صورت درجه Brix با رفرکتومتر اندازه‌گیری شد. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه (TA) با تیتراسیون و با استفاده از محلول یک مولار NaOH به pH ۸/۱ رسانده و مقدار اسید به صورت درصد بیان شد (Fadavi *et al.*, 2005). غلظت آنتوسیانین‌های آب میوه با کمک روش اختلاف pH با کمک دو سیستم بافر کلرید پتاسیم (۰/۰۲۵ مولار و pH یک) و استات سدیم (۰/۴ مولار و pH ۴/۵) اندازه‌گیری شد. به این منظور به ۰/۴ میلی‌لیتر از آب میوه ۳/۶ میلی‌لیتر از هر یک از بافرها اضافه شد و سپس نمونه‌ها در دو طول موج ۵۱۵ و ۷۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده و غلظت آنتوسیانین‌های آب میوه بر اساس میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه گزارش شد (Lee *et al.*, 2005). غلظت کل فنول با استفاده از فولین سیکالتو و با استفاده از اسید گالیک به عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد (Tehranifar *et al.*, 2010). به این منظور ۹۰۰ میکرولیتر آب میوه با ۱۸۰ میکرولیتر محلول ۵۰ درصد فولین و ۹۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات ۲ درصد مخلوط و ۹۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شد و سپس جذب مخلوط واکنش در طول موج ۶۵۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه از طریق ویژگی خنثی‌کنندگی DPPH تعیین گردید. به این منظور ۱۰۰ میکرولیتر آب میوه به ۹۰۰ میکرولیتر محلول DPPH افزوده شد و به سرعت هم زده شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اطاق نگهداری گردید و پس از یکنواخت شدن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۵۱۷ نانومتر میزان جذب اندازه‌گیری شد (Brand-Williams *et al.*, 1995). میزان ویتامین ث آب میوه‌ها به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (Hepaksoy *et al.*, 2009). به این منظور به‌۱۰۰ میکرولیتر آب میوه، ۱۰ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۱ درصد اضافه و ورتکس شد. به ۱ میلی‌لیتر از این مخلوط ۹ میلی‌لیتر محلول ایندوفنول ۵۰ میکرومولار اضافه و ورتکس گردید. نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با کمک اسپکتوفتومتر قرائت شدند و غلظت ویتامین ث با کمک نمونه‌های استاندارد ویتامین ث تعیین و به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه گزارش شد.

اندازه‌گیری ترکیبات پلی فنول با HPLC

جهت اندازه‌گیری میزان پلی فنول‌های آب میوه ارقام مورد بررسی ابتدا ۳ میلی‌لیتر آب میوه در یک لوله اپندورف سانتریفیوژ شد (۸ دقیقه در ۵۰۰۰ × گرم) و مایع باقی مانده سانتریفیوژ از یک فیلتر ۰/۲ میکرومتر عبور داده شد. آنالیز کروماتوگرافی بوسیله دستگاه

HPLC سـری Agilent Technologies 1200 انجـام شـد. حجـم تزریق ۲۰ میکرولیتر بود. اندازه‌گیری در طول مـوج‌هـای ۳۲۰ و ۲۸۰ نانومتر و دمـای آون ۳۰ سـانتی‌گـراد انجـام گردیـد. برنامـه شـویش گرادیان و ترکیب در صد حلال‌ها به صورت زیر انتخاب شد. در زمان شروع نسبت فرمیک اسید ۱٪ و اتانول (۹۰:۱۰) ، در زمان ۱۰ دقیقـه (۷۵:۲۵) در زمان ۲۰ دقیقه (۶۰:۴۰)، در زمان ۳۰ دقیقه (۷۰:۳۰) و در زمان ۴۰ دقیقه (۳۰:۷۰) بود. سرعت شویش ۱میلـی‌لیتـر بـر دقیقـه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر انجام گردید. کالیبراسیون بر اسـاس روش میسنا و همکاران (Misana *et al*., 2011) انجام شد.

تجزیه آماری

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار درخت در هر تکرار به اجرا در آمد. در پایان دو سال آزمـایش، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار spss تجزیه آماری شدند و میانگین‌ها بـا استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصـد مـورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر ارقام انار بر ویژگی های فیزیکی میوه

Table 3- ANOVA results for the physical characterestics of fruits in some pomegranate cultivars

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means squares					
		آب میوه Juice	وزن آریل Aril weight	عرض میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit length	وزن میوه Fruit weight	اسیدیته Acidity
سال Year (Y)	1	2.778 ns	132.25 ns	0.0038 ns	0.013 ns	132.25ns	0.003ns
تکرار Rep	4	9.014	1642.72	0.628	0.794	4606.75	0.128
رقم Cultivar (C)	5	2.540 ns	2524.05 ns	2.02 **	0.81 ns	5998.80*	2.893**
Y×C	5	0.111 ns	402.983 ns	0.19 ns	0.019 ns	14.51ns	0.005ns
خطا Error	20	7.270	1038.223	0.254	0.457	2018.961	0.071
ضریب تغییرات CV (%)		6.03	10.24	7	9.03	16.9	13.47

ns، * و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non- significant and significant at 5% and 1% of probability level, respectively.

نتایج و بحث

بر اساس آنالیز واریانس صفات فیزیکی اختلاف معنـی‌داری بـین ارقام از لحاظ ویژگی‌های مورد بررسی مشاهده شد (جدول ۳). حداکثر میانگین وزن میوه در رقـم 'ملس دانه سیاه' با ۳۳۴ گرم مشـاهده شـد که در مقایسه با ارقام 'یوسف‌خانی'، 'بجستانی' و 'ربـاب' بـه طـور معنی‌داری بالاتر بود (جدول ۴). ارقام دیگر از نظر آماری با رقم 'ملس دانه‌سیاه' تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین طول میوه را رقم 'ملس دانه¬سیاه' با ۸ سانتی‌متر دارا بود که به طور معنی‌داری بالاتر از رقـم 'یوسف¬خانی' (۶/۹۱ سانتی متر) بود، سایر ارقام انـار مـورد مطالعـه تفاوت معنی‌داری در مقایسه با رقم 'ملس دانه¬سـیاه' نشـان ندادنـد. بیشترین میانگین وزن آریل میوه را رقم 'رباب' با۳۴۰ میلی‌گـرم دارا بود اما بین ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را در سـطح ۵ درصـد مشاهده نشد. اندازه‌گیری درصد آب میوه ارقام مورد مطالعه نشـان داد که تفاوت معنی‌داری در این رابطه بین ارقام وجود ندارد.

پژوهش‌هایی که سایر محققین در این رابطه انجام داده‌اند، نتـایج پژوهش حاضر را تایید مـی‌کنـد بطـوری‌کـه تهرانـی‌فـر و همکـاران (Tehranifar *et al*., 2010) دامنه تغییرات وزن میوه را از ۳۱۵ گـرم تا ۱۹۶ گرم گزارش نمودند درحالی که نیکدل و همکـاران (Nikdel *et al*., 2016) در مقایسه چند رقم انار بیشترین وزن میوه را در رقـم 'شیشه کپ' با وزن میوه ۱۰۹/۲۷گـرم و کمتـرین را در رقـم 'قنـد و شلغمی' گزارش نمودند. تنوع وزن میوه در ارتبـاط بـا رقـم و شـرایط اکولوژیکی است (Kader, 2006). در پژوهش حاضر مقـدار آب میـوه بین ۴۳ تا ۴۵ در صـد متغیـر بـود (تفـاوت معنـی‌داری بـین ۶ رقـم مشاهده نشد) که نشان دهنده سطح نسبتا مطلوب آب میـوه در ارقـام مورد بررسی دارد. اما برای این ویژگی سطوح متنوع‌تـری در گـزارش تهرانی‌فـر و همکـاران (Tehranifar *et al*., 2010) گـزارش گردیـد بطوری که درصدآب میوه را از ۲۶/۹ درصـد در رقـم 'تـرش شـاهوار کاشمر' تا ۴۶/۵ درصد در رقم 'شیرین پوسـت قرمـز' متغیـر دانسـتند. بیشترین میزان اسید کل ۳/۳۶ درصد بود که در رقـم 'ملـس یوسـف

خانی' مشاهده شد که به طور قابل توجهی بالاتر از سایر ارقام بود. تغییرات میزان اسیدیته و نسبت آن با قند میوه یکی از شاخص‌های مورد نظر در رابطه با زمان برداشت و کیفیت میوه می‌باشد (Babu *et al.*, 2017) که این میزان با توجه به نوع رقم متفاوت است (جدول ۴).

بیشترین مقدار TSS در رقم 'ملس دانه سیاه' به میزان ۱۵/۷۷ درجه بریکس مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نسبت به سایر ارقام نداشت (جدول ۵). پژوهش‌های انجام شده در رابطه با محتوای TSS ارقام انار که توسط نیکدل و همکاران (Nikdel *et al.*, 2016) صورت گرفت دامنه بین ۲۰ درجه بریکس (رقم 'رباب') تا ۱۴/۰۵(رقم 'شهوار') را نشان داد، دامنه مشابهی از ۱۵/۱۷ تا ۲۲/۰۳درجه بریکس توسط اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al.*, 2009) گزارش شد. این نتایج نشان‌دهنده سطح نسبتا مطلوب میزان TSS در ارقام مورد بررسی در پژوهش حاضر دارد.

جدول ٤- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه تعدادی از ارقام انار در دو سال آزمایش

Table 4- Some physical and chemical characterestics of fruits in various pomegranate cultivars

رقم Cultivar	وزن میوه Fruit weight (g)	قطر میوه Fruit diameter (cm)	اسید کل Total acidity (%)	آنتوسیانین Anthocyanins (mg.100 ml^{-1})	اسید اسکوربیک Ascorbic acid (mg.100 ml^{-1})	آنتی اکسیدان Antioxidant activity (%)
'یوسف خانی' MYS	249.33 b	7.00cd	3.33 a	19.57b	8.20 ab	47.30 b
'بجستانی' BK	258.67 b	6.83 cd	1.98 b	14.82 d	7.15 b	49.07 b
'خزر' KHZ	296.00 ab	6.50 d	1.7 bcd	17.30 c	7.00 b	48.40 b
'دانه سیاه' MDS	323.33 a	8.13 a	1.60 cd	26.98 a	9.23 a	52.20 a
'رباب' RB	268.17 b	7.30 bc	1.37 d	21.07 b	8.00 ab	48.30 b
'زرد انار' ZA	300.00 ab	7.63 ab	1.80 bc	17.10 c	7.40 b	49.20 b

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly different at 5% of probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم بر ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه

Table 5- ANOVA results for physical characterestics of fruits in some pomegranate cultivars

		میانگین مربعات Mean squares				
منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی Df	ویتامین ث Ascorbic acid	پلی فنول‌ها Polyphenols	آنتوسیانین Anthocyanin	آنتی اکسیدان Antioxidant	مواد جامد محلول TSS
سال Year	1	0.003^{ns}	100.661^{ns}	0.54^{ns}	0.967ns	0.080^{ns}
تکرار Rep	4	1.965	1547.69	3.55	2.96	0.253
رقم Cultivar	5	4.265*	947.35^{ns}	108.718**	19.48**	0.716^{ns}
سال×رقم C×Y	5	0.003^{ns}	6.53^{ns}	0.144^{ns}	3.11ns	0.021^{ns}
خطا Error	20	1.152	813.33	2.057	3.83	0.720
ضریب تغییرات C.V (%)		13.68	5.81	7.44	4	5.60

ns، * و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *and **: Non- significant and significant at 5% and 1% of probability level, respectively

اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر مقدار کل آنتوسیانین مشاهده شد، 'ملس دانه‌سیاه' با ۲۷/۱۳ میلی‌گرم بیشترین میزان آنتوسیانین را دارا بود که نسبت به تمامی ارقام تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت (جدول ۴). آنتوسیانین عضوی از ترکیبات فنولی است که باعث

ایجاد رنگ قرمز، آبی یا بنفش بسیاری از میوه‌ها از جمله انار می‌شود و به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد توجه می‌باشد (Akbarpour et al., 2009). در گزارش کیو و همکاران (Cui et al., 2004) همبستگی مثبت بین میزان آنتوسیانین کل و مقدار رنگ و فنول کل نیز دیده شده است بطوری‌که میان گونه‌های مختلف یا حتی ارقام از یک گونه، محتوای آنتوسیانین به میزان قابل توجهی متفاوت است و تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی، میزان نور، دما و شرایط کشت قرار می‌گیرد. در برخی گزارش‌ها سطوح متنوعی برای این ویژگی در بین ارقام انار ایرانی و ترکیه‌ای مشاهده گردید (Cam et al., 2009؛ Tehranifar et al., 2010). از لحاظ میزان فنول کل تفاوت معنی داری بین ارقام دیده نشد. اگر چه که رقم 'ملس دانه سیاه' بیشترین مقدار فنول را داشت (۵۱۴ میلی‌گرم در لیتر). غلظت فنول کل در بین ارقام مورد مطالعه از ۴۵۹/۰۷ تا ۵۱۴/۱۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه متفاوت بود. این نتایج با یافته‌های سایر محققان در رابطه با مقدار فنول در آب میوه انار مشابه بود (Akbarpour et al., 2009 ، Halvorsen et al., 2002 ; Brand-Williams et al., 1995 ;). مقدار کل ترکیبات پلی فنولیک در آب میوه ارقام مختلف انار در مقایسه با آب سایر محصولات مانند توت فرنگی و آلبالو بیشتر است (Kulkarni and Aradhya, 2004). این پارامتر با ارزش سلامتی این میوه و ظرفیت مهار رادیکال‌های آزاد آن مرتبط است (Ozgen et al., 2008). بیشترین غلظت ویتامین ث در ارقام مورد مطالعه در رقم 'ملس دانه سیاه' به میزان ۹/۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه مشاهده شد که به طور معنی‌داری بالاتر از ارقام 'بجستانی'،'خزر' و 'زرد انار' بود. در گزارش هالورسون و همکاران (Halvorsen et al., 2002) و پاتراز و همکاران (Patras et al., 2008) نیز مقدار ویتامین ث موجود در میوه در همین دامنه گزارش گردیده است. تفاوت موجود بین ارقام مختلف انار از لحاظ میزان ویتامین ث می‌تواند مربوط به از دست رفتن مقداری از ویتامین ث موجود در آب میوه در طی فرایند رسیدن باشد (Akhavan et al., 2015). در همین رابطه مشخص گردیده که طی دوره رسیدن میوه انار تخلیه سریع محتوای ویتامین ث آریل در برخی ارقام صورت می‌گیرد (Papanov et al., 2019).

با توجه به جدول ۴ اختلاف معنی‌داری برای فعالیت آنتی اکسیدانی در ارقام مورد مطالعه انار مشاهده شد. بیشترین میزان آنتی اکسیدان در رقم 'ملس دانه سیاه' ۵۲/۲۰ درصد بود و کمترین مقدار مربوط به رقم 'یوسفخانی' با ۴۷/۳۰ درصد که دراین رابطه تفاوت معنی‌داری بین رقم ملس دامنه سیاه' با سایر ارقام دیده شد. گزارش-هایی که توسط سایر محققین در این رابطه انجام شده نشان می‌دهد که دامنه فعالیت آنتی‌اکسیدان موجود در ارقام مختلف انار از ۱۰ تا ۷۰ درصد متغیر است (Tezcan et al., 2009 ;Hamid et al., 2017) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. این درحالی است که میزان آنتی اکسیدان اندازه گیری شده در این پژوهش بالاتر از مقدار گزارش شده توسط تهرانی‌فر و همکاران (Tehranifar et al., 2010) بود. میزان آنتی اکسیدان‌های کل در انواع گیاهان به طور سیستماتیک ارزیابی شده است و مشخص شده که میوه‌های انار حاوی غلظت بسیار زیادی آنتی‌اکسیدان هستند (Hepaksoy et al., 2009). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار (و سایر آب میوه‌ها) به رقم، منطقه در حال رشد، بلوغ میوه و شرایط کشت بستگی دارد (Ozgen et al., 2008).

جدول ۶ غلظت برخی از ترکیبات فنولی را در آب میوه ارقام مورد مطالعه نشان می‌دهد. بیشترین غلظت اسید گالیک (۱۶۳/۱ میلی گرم در لیتر) در رقم 'رباب' نی‌ریز به دست آمد (۱۶۳/۱ میلی‌گرم در لیتر) که به طور قابل توجهی بالاتر از ارقام دیگر بود. بیشترین میزان کاتچین در رقم 'رباب' نی‌ریز به میزان۲۶۴/۲میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که نسبت به سایر ارقام در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری را نشان داد. این درحالی است که رقم 'بجستانی' فاقد این پلی-فنول بود. در بین ارقام مورد مطالعه حداکثر اسید کافئیک در رقم 'رباب ' نی‌ریز به میزان ۲۶۵/۱ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که با رقم بجستانی' دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود. این ترکیب پلی‌فنولی در ارقام 'ملس یوسفخانی'،'خزربردسکن'،'ملس دانه‌سیاه' و 'زرد انار' ارسنجان تشخیص داده نشد. همچنین بیشترین غلظت اسید کلرژنیک در رقم 'رباب' نی‌ریز به میزان ۷۴/۴ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام داشت. بیشترین میزان اسید کوماریک در 'زرد انار' ارسنجان به میزان ۳۰/۹۸ میلی گرم در لیتر بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام در سطح ۵ درصد داشت. این ترکیب پلی فنولیک در 'ملس یوسفخانی' تشخیص داده نشد. وانیلین در 'خزر بردسکن' و 'ملس دانه سیاه' تشخیص داده نشد. این ترکیب پلی فنولی در رقم 'رباب' بیشترین میزان را داشت که نسبت به ارقام 'ملس یوسفخانی' و 'بجستانی' به طور قابل توجهی بالاتر بود. بیشترین غلظت اسید ترانس فرولیک ۲۱/۳۰ میلی‌گرم در لیتر در رقم 'یوسفخانی' مشاهده شد که نسبت به تمامی ارقام تفاوت معنی‌داری را نشان می‌داد. هسپردین در رقم 'ملس دانه‌سیاه' دارای بیشترین مقدار بود (۳۰/۵۵ میلی‌گرم در لیتر) که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام بود. بیشترین غلظت اسید الاژیک در ارقام 'رباب' (۴۳/۰۵ میلی‌گرم در لیتر) و 'ملس دانه‌سیاه' (۴۳/۰۲ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد، که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام داشت. پلی فنول‌ها، ترکیبات حلقه فنولیک، با گروه‌های هیدروکسیل متعدد، گروه اصلی مواد شیمیایی گیاهی گزارش شده در انار هستند و تقریباً از همه قسمت‌های درخت انار قابل استخراج هستند، اما بیشترین مقدار آن درمیوه وجود دارد (Tehranifar et al., 2010). طیف وسیعی از ترکیبات فنولی مختلف مانند سیانیدین، سیانیدین ۳–O–گلوکوزید، دلفینیدین ۳–O–گلوکوزید، پلار گونیدین دی گلوکوزید، اسید الاژیک، اسید او– کوماریک و پی کوماریک، اسید

کوئرستین و روتین را در آب انار گزارش شده است (Kulkarni *et al*., 2004 ; Meighani *et al*., 2014 ; Mertens-Talcott *et al*., 2006). در مطالعه حاضر اسید الاژیک در بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان داد (۱۷/۵۳تا ۴۳/۰۵ میلی‌گرم در لیتر). طیف بالاتری را برای این مشخصه (۱۵۵/۹تا ۱۷/۴ میلی‌گرم در لیتر) در آب میوه برخی ارقام انار ایرانی گزارش شده است (Akhavan *et al*., 2015; Mousavinejad *et al*., 2009) بررسی‌ها نشان داده که اختلاف معنی‌داری برای سطح اسید الاژیک در ارقام مختلف وجود دارد. یکی از مهمترین ترکیبات پلی‌فنولیک موجود در آب انار اسید الاژیک است که به فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ارزش سلامتی آن کمک زیادی می‌کند (Artik *et al*., 1998) که در این پژوهش میزان این ترکیب در ارقام 'رباب' و 'ملس دانه سیاه' بیشترین بود.

جدول ٦- میزان پلی فنول های آب میوه دربرخی رقم انار

Table 6- The polyphenol content of fruit juice for some pomegranate cultivars

رقم Cultivars	گالیک اسید Gallic acid	کتکین Catechin	کافئیک اسید Caffeic acid	کلوژنیک اسید Chlorogenic Acid	پی-کوماریک اسید p-Coumaric acid	وانیلین Vanilin	ترانس فرولیک اسید Trans-ferulic acid	هسپریدین Hesperedin	الاژیک اسید Ellagic acid
	(mg.l^{-1})								
'یوسف خانی' MYS	55.58 c	225.9 a	Nd	30.27 d	Nd	9.76 ab	21.31 a	Nd	27.44 b
'بجستانی' BK	32.62 e	Nd	67 b	22.33 e	7.46 d	1.72 b	15.95 bc	7.93d	18.45 d
'خزر' KHZ	49.16 d	163.9 b	Nd	53.33 b	9.75 c	Nd	Nd	12.57 c	23.91 bc
'دانه سیاه' MDS	81.45 b	223.5 a	Nd	41.66 c	19.2 b	Nd	Nd	30.55 a	43.02 a
'رباب' RB	163.1 a	264.2 a	265.1 a	74.40 a	4.7 e	18.21 a	18.20 b	16.17 b	43.05 a
'زرد انار' ZA	27.35 f	91.01c	Nd	21.93 e	30.7 a	9.55 ab	14.85 c	6.86 e	17.53 cd

ns، * و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *and **: Non- significant and significant at 5% and 1% of probability level, respectively

نتیجه‌گیری

بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه ارقام مورد مطالعه نشان داد که تفاوت‌های زیادی در بین ارقام انار از نظر میزان ترکیبات پلی فنولی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب میوه وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش ارقام 'ملس دانه سیاه' با توجه به دارا بودن بالاترین میزان وزن، قطر میوه، میزان آنتوسیانین، اسید اسکوربیک و آنتی‌اکسیدان و همچنین بالا بودن میزان ترکیبات پلی فنولی در این رقم بویژه میزان الاژیک اسید بهترین رقم در بین ارقام مورد بررسی بود و می‌تواند به عنوان یک رقم مناسب برای این منطقه تحت کشت قرار گیرد. همچنین رقم 'رباب' نی‌ریز به علت دارا بودن بیشترین میزان ترکیبات پلی‌فنولی اندازه‌گیری شده بویژه الاژیک اسید به عنوان یک رقم با خصوصیات آنتی‌اکسیدانی بالای آب میوه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

لازم می‌دانیم از مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس که اعتبار لازم جهت انجام این پروژه را تامین کردند و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان ارسنجان که هماهنگی لازم جهت انتخاب باغ و برداشت محصول را به عهده داشتند کمال تشکر را به عمل آوریم.

منابع

1- Akbarpour, V., Hemmati, K., & Sharifani, M. (2009). Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 6(4): 411-416.

2- Akhavan, H., Barzegar, M., Weidlich, H., & Zimmermann, B.F. (2015). Phenolic compounds and antioxidant

activity of juices from ten Iranian pomegranate cultivars depend on extraction. *Journal of Chemistery* 1-7. https://doi.org/10.1155/2015/907101.

3- Artik, N., Ceremroglu, B., Murakami, H., & Mori, T. (1998). Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by HPLC. *Fruit Process* 8: 492-499. https://doi.org/10.1021/jf400684n.

4- Babu, K.D., Singh, N.V., Gaikwad, N., Maity, A., Suryavanshi, S.K., & Pal, R.K. (2017). Determination of maturity indices for harvesting of pomegranate (*Punica granatum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 87: 1225-30.

5- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25–30.

6- Cam, M., Hisil, Y., & Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistery* 112: 721–726. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.06.009.

7- Cui, S.M., Sasada, Y., Sato, H., & Nii, N. (2004). Cell structure and sugar and acid contents in the arils of developing pomegranate fruit. *Journal of Japan Society of Horticulture Science* 73: 41-243. https://doi.org/10.2503/jjshs.73.24.

8- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H., & Bayat, M. (2005). Physicochemical composition of 10 pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. *Food Science and Technology International 11*(2): 113–119. https://doi.org/10.1177/1082013205052765.

9- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M., Barikmo, I., Havattum, E., Remberg, S.F., Haffner, K., Baugerd, H., Andersen, L.F., Moskaug, J., Jacobs, D.R., & Blomhoff, R.A. (2002). Systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *Journal of Nutrition* 132: 461-471. https://doi.org/10.1093/jn/132.3.461.

10- Hamid, I., Elothmani, D., Hanine, H., Oukabli, A., & Mehinagi, E. (2017). Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry 10*(2) 2675-2684.

11- Hepaksoy, S., Erogul, D., Şen, F., & Aksoy, U. (2009). Antioxidant activity and total phenolic content of some Turkish pomegranate varieties. *Acta Horticulture* 818: 241-248. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.10.011.

12- Jamali, B., & Eshghi, S. (2014). Application timing of nitric oxide ameliorates on deleterious effects of salinity on growth and fruit quality of strawberry cv. Selva. *Journal of Berry Research* 4: 137-145. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.35.

13- Kader, A.A. (2006). *Postharvest biology and technology of pomegranates, in pomegranates: ancient roots to modern medicine*, ed. by Seeram NP, Schulman RN and Heber D. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 211–220.

14- Kulkarni, A.P., & Aradhya, S.M. (2004). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistery* 93: 319-324. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.029.

15- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M., & Divakar, S. (2004). Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant–punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistery* 87: 551-557. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.006.

16- Lee, J., Durst, R.W., & Wrolstad, R.E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of the AOAC International* 88: 1269–1278. https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269.

17- Li, R., Chen, X.G., Jia, K., Liu, Z.P., & Peng, H.Y. (2016). A systematic determination of polyphenols constituents and cytotoxic ability in fruit parts of pomegranates derived from five Chinese cultivars. *Springer Plus 5*(1): 914. https://doi.org/10.1186%2Fs40064-016-2639-x.

18- Meighani, H., Ghasemnezhad, M., & Bakhshi, D. (2014). Evaluation of biochemical composition and enzyme activities in browned arils of pomegranate fruits. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 1: 53-65. https://doi.org/10.22059/ijhst.2014.50518.

19- Melgarejo, P., & Artes, F. (2000). Organic acids and sugar composition of pomegranate juice. *Europian Food Research Technology* 4: 30–31.

20- Mertens-Talcott, S.U., Jilma-Stohlawetz, P., Rios, J., Hingorani, L., & Derendorf, H. (2006). Absorption, metabolism and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum* L.). Polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. *Journal of Agriculture Food Chemistery* 54: 8956–8961. https://doi.org/10.1021/jf061674h.

21- Misana, A.C., Mimica-Dukicb, N.M., Mandica, A.I., Sakaca, M.B., Milovanovica, I.L., & Sedeja, I.J. (2011). Development of a rapid resolution HPLC method for the separation and determination of 17 phenolic compounds in crude plant extracts. *Central European Journal Chemistery* 9: 133-142. https://doi.org/10.2478/s11532-010-0126-8.

22- Mousavinejad, G., Emam-Diomeh, Z., Rezaei, K., & Khodaparast, M. (2009). Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistery* 115: 1274–1278. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.044.

23- Nikdel, K., Seifi, E., Babaei, H., Sharifani, M., & Hemmati, M. (2016). Physicochemical properties and antioxidant activities of five Iranian pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) in maturation stage. *Acta Agriculture Slovenica 107*(2): 277–286.

24- Orak, H.H., Yagar, H., & Isbilir, S.S. (2012). Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, tannin, anthocyanin, and flavonoid

contents. *Food Science and Biotechnology 21*(2): 373-387. https://doi.org/10.1007/s10068-012-0049-6.

25- Ozgen, M., Durgac, C., Serce, S., & Kay, C. (2008). Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry* 111: 703–706. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.043.

26- Palvina, D., & Constantinus, T. (2005). Physical and chemical characterestics of pomegranate. *Hortscience 40*(5): 1200-1203.

27- Papanov, S., Petkova, E., & Ivanov, I. (2019). Polyphenols content and antioxidant activity of various pomegranate juices. *Bulgarian Chemical Communications* 51: 113-116.

28- Passaeium, R., Perrone, A., Sortino, G., Giangozzi, G., Salleta, F., Gentile, C., & Farina, V. (2019). Chemical–physical characteristics, polyphenolic content and total antioxidant activity of three Italian-grown pomegranate cultivars. *NFS Journal* 16: 9-14. https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.06.001.

29- Patras, A., Brunton, N.P., Da Pieve, D., & Butler, A. (2008). Impact of high-pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry pur´ees. *International Food Science Emergency and Technology 10*(3): 308–313. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.004.

30- Rena, K., Palida, A., & Zhang, A. (2009). Studies on the chemical constituents from Xinjiang *Punica granatum*. *China Journal Chinese Materia Medica* 32: 363-365.

31- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., & Vazifeshenas, M.R. (2010). Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulture* 126: 180–185. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.001.

32- Tezcan, F., Gultekin, O.M., & Diken, T. (2009). Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemidtery 115*(3): 873–877. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.103.

33- Watson, L., & Dallwitz L.J. (1992). The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. Version: 14th December 2000.

34- Zoubida, K.M., Elothmani, D., & Boutekrabt Benhadja, L. (2015). Morphological and physicochemical characteristics of three pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in northern Algeria. *Fruits* 71: 17-26. https://doi.org/10.1051/fruits/2015044.